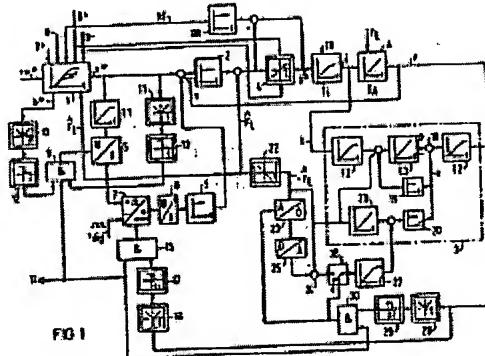


Device for controlling the speed of an electromagnetically supported vehicle

Patent number: DE3228772
Publication date: 1983-02-17
Inventor: WILHARM HEINZ DIPL ING (DE); MRHA WILFRIED PROF DIPL ING (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- international: B60L15/00; B61B13/08
- european: B60L15/00B1
Application number: DE19823228772 19820802
Priority number(s): DE19823228772 19820802; DE19813130339 19810731

Abstract of DE3228772

A speed-controlled magnetic levitation drive is proposed in which acceleration and jolting are limited in a predetermined fashion in order to fulfil prescribed comfort conditions. The acceleration moment actually available can be determined by means of a load sensor and taken into account when presetting the acceleration limits. In the lower speed range a displacement controller which stops the vehicle for an intended stop (stationary brake) is activated.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

02P05893

37

19 BUNDESREPUBLIK

Offenlegungsschrift

⑪ DE 3228772 A1

⑤1) Int. Cl. 3:
B 60 L 15/00
B 61 B 13/08



DEUTSCHES

PATENTAMT

23 Innere Priorität: 31.07.81 DE 31303390

⑦2 Erfinder:

P 32 28 772.0-32

2. 8. 82

17. 2. 83

71 Anmelder:

**Wilharm, Heinz, Dipl.-Ing., 8520 Erlangen, DE; Mrha,
Wilfried, Prof. Dipl.-Ing., 6800 Mannheim, DE**

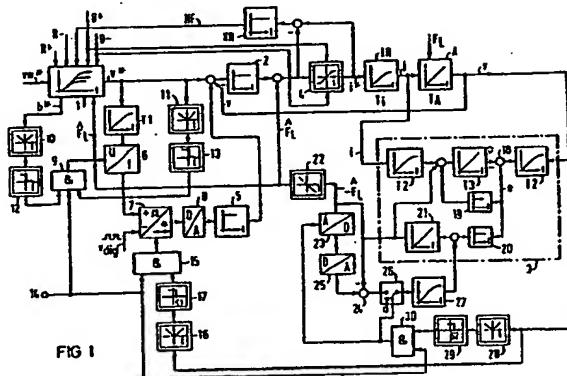
⑦1 Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Einrichtung zur Geschwindigkeitsregelung für ein elektromagnetisch abgestütztes Fahrzeug

Es wird ein geschwindigkeitsgeregelter Magnetschwebeantrieb vorgeschlagen, bei welchem Beschleunigung und Rückzur Erfüllung vorgeschriebener Komfortbedingungen vorgegeben begrenzt sind. Mittels eines Lastbeobachters kann das tatsächlich zur Verfügung stehende Beschleunigungsmoment ermittelt und bei der Vorgabe der Beschleunigungsbegrenzungen berücksichtigt werden. Im unteren Geschwindigkeitsbereich wird ein Wegregler aktiviert und hält bei einem beabsichtigten Halt das Fahrzeug fest (Stillstandsbremse).
(32 28 772)



Patentansprüche

1. Einrichtung zur Geschwindigkeitsregelung für ein elektromotorisch angetriebenes und elektromagnetisch abgestütztes Fahrzeug, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
 - a) es ist ein vom Geschwindigkeitsistwert (v) und vom Motorstromistwert (i) beaufschlagter Störgrößen-Beobachter zur Ermittlung der Lastkraft (F_L) und deren Aufschaltung auf die Ausgangsgröße des Geschwindigkeitsreglers (2) vorgesehen;
 - b) ein vom Geschwindigkeitssollwert (vw^*) beaufschlagter Hochlaufgeber begrenzt den Ruck und die Beschleunigung unter Berücksichtigung der ermittelten Lastkraft (F_L);
 - c) im unteren Geschwindigkeitsbereich wird ein den Motorstrom beeinflussender Wegregler aktiviert und als Stillstandsbremse benutzt.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
 - a) dem Geschwindigkeitsregler (2) ist ein Stromregler (IR) unterlagert, dessen Sollwert von einem Begrenzungsglied begrenzt ist;
 - b) Eingangsgröße und Ausgangsgröße (i^*) des Begrenzungsgliedes sind als Istwert bzw. als Sollwert einem Nachführregler (NR) zugeführt, dessen Ausgangsgröße die Ausgangsgröße reduziert.

- 10 - VPA 81 P 3116 DE 01

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß der Sollwert
des Wegreglers auf Null gesetzt wird, wenn die Aus-
gangsgröße (v^*) des Hochlaufgebers (1), deren zeit-
liche Ableitung (b^*) und die Eingangsgröße (vw^*) des
Hochlaufgebers den Wert Null aufweisen.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, gekenn-
zeichnet, durch einen digitalen Differenz-
zähler (7), dessen Ausgangsgröße über einen Digital-
Analogwandler (8) einem analogen Wegregler (5) zuge-
führt ist, der den Sollwerteingang des Geschwindig-
keitsreglers (2) beaufschlagt.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4 ,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Ausgangsgröße des Störgrößenbeobachters ($-F_L$) lau-
fend digital abgespeichert und der bei Erreichen eines
Geschwindigkeitswerts in der Nähe des Stillstands ab-
gespeicherte Wert nach Digital-Analog-Umwandlung als
Sollwert einer zu diesem Zeitpunkt aktivierten Nach-
führregelung für die Ausgangsgröße ($-F_L$) des Stör-
größenbeobachters (3) verwendet ist.

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 81 P 3116 DE 01

5 Einrichtung zur Geschwindigkeitsregelung für ein
elektromagnetisch abgestütztes Fahrzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Geschwindigkeitsregelung für ein elektromotorisch angetriebes und elektromagnetisch abgestütztes Fahrzeug,
 10 beispielsweise einer Magnetschwebebahn, und stellt sich die Aufgabe, einen vorgegebenen Geschwindigkeits-
sollwert überschwingungsfrei unter Einhaltung bzw. Aus-
nutzung vorgegebener Ruck- und Beschleunigungsbegren-
zungen anzufahren, die dann erreichte Geschwindigkeit
 15 stationär mit großer Genauigkeit einzuhalten und bei einem beabsichtigten Halt des Fahrzeugs, beispiels-
weise im Bahnhofsreich, sicherzustellen, daß das Fahrzeug trotz fehlender Reibung im Stillstand ver-
harrt.

20 Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs angegebenen Merkmale. Mit der Erfindung kann unter Beachtung der Fahrkomfortbedingungen die gewünschte Fahrgeschwindig-
 25 keit optimal schnell erreicht werden.

Die Erfindung samt ihren weiteren Ausgestaltungen, welche in Unteransprüchen gekennzeichnet sind, soll nachstehend anhand der Figuren näher erläutert werden.

30 Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels der Erfindung, bei dem die Geschwindigkeit v eines elektromotorisch angetriebenen und elektromagne-
 tisch, d.h. reibungslos abgestützten Fahrzeugs, z.B.
 35 einer Magnetschwebebahn, auf vorgebbare Werte unter

Ausnutzung vorgebarer Grenzwerte für Ruck und Be-
schleunigung geregelt werden soll. Der Antrieb dieses
Fahrzeugs ist in Figur 1 mit A bezeichnet und symbo-
lisch durch ein Regelkreisglied mit Integral-Verhalten
5 dargestellt, dessen Zeitkonstante T_A von der Masse die-
ses Antriebs abhängt. Auf den Antrieb A wirkte eine mit
 F_L bezeichnete Lastkraft als Störgröße. Der Ankerstrom i
des Antriebs A wird mittels eines Stromregelkreises IR
geregelt, welcher vereinfacht als Verzögerungsglied mit
10 der Zeitkonstanten T_i dargestellt ist und seinen Soll-
wert i^* über eine Begrenzerschaltung 4 vom Ausgang
eines Geschwindigkeitsreglers 2 erhält. Der Sollwert
des Geschwindigkeitsreglers besteht im Ausgangssignal v^*
eines Hochlaufgebers 1, welcher mit dem gewünschten
15 Sollwert vw^* eingangsseitig beaufschlagt ist. Der Soll-
wert v^* wird im Eingangskreis des Geschwindigkeitsreg-
lers 2 mit dem Geschwindigkeitsistwert v des Antriebs A
verglichen. Eine der Lastkraft F_L entsprechende Größe
 F_L wird mittels eines mit 3 bezeichneten Störgrößen-
20 beobachters aus dem Stromistwert i und dem Geschwin-
digkeitsistwert v ermittelt und dem Ausgang des Ge-
schwindigkeitsreglers 2 aufgeschaltet. Bei einer sol-
chen Störgrößenaufschaltung kann der Geschwindigkeits-
regler 2 proportionales Verhalten aufweisen, ohne daß
25 stationär eine bleibende Regelabweichung auftritt.

Der Hochlaufgeber hat die Aufgabe, seine Ausgangsgröße
 v^* - den Sollwert der Geschwindigkeit - an seine Ein-
gangsgröße vw^* , welche dem gewünschten Sollwert der
30 Geschwindigkeit v entspricht, so anzugelichen, daß
dabei ihre erste zeitliche Ableitung, gewissermaßen
der Sollwert der Beschleunigung, und ihre zweite zeit-
liche Ableitung, gewissermaßen der Sollwert des Rucks
bestimmte vorgebare Werte einhalten, welche für den
35 Ruck in den Größen $R+$ für den Ruck im Treib-
bereich bzw. für den (negativen) Ruck im Bremsbe-
reich bestehen und für die Beschleunigung entsprechend

- 3 - VPA 81 P 3116 DE 01

in den Größen B_+ und B_- , wobei allerdings in weiterer Ausgestaltung der Erfindung hiervon jeweils der Wert der von dem Störgrößenbeobachter 3 ermittelten Lastkraft F_L abgesetzt wird. Da die Werte B_+ und B_- auch 5 die Grenzwerte der Begrenzerschaltung 4 darstellen, wird somit verhindert, daß vom Hochlaufgeber dem Antrieb ein Sollwert vorgeschrieben wird, der nicht realisierbar ist. Die Ausgangsgröße v^* des Hochlaufgebers kann somit immer in Fühlung mit dem Geschwindigkeitsistwert 10 bleiben und ein Überschwingungsfreies Anfahren eines vorgegebenen Geschwindigkeitssollwertes ist sichergestellt.

Für die Ausgangsgröße v^* des Hochlaufgebers ergibt sich 15 beispielsweise bei einem sich von Null sprungartig auf einen positiven Wert ändernden Eingangssignal vw^* die in seinem Blockschaltbild dargestellte Zeitfunktion, wobei die maximale Steigung dieser Funktion durch den Wert $(B_+ - F_L)$, die Krümmung durch die Werte R_+ und R_- 20 und ihr Endwert durch die Eingangsgröße vw^* bestimmt ist.

Sollte beispielsweise bei zu großer Belastungsänderung des Antriebs der Stromsollwert i^* an die Grenzen B_+ bzw. 25 B_- des Begrenzungsgliedes 4 stoßen, so wäre ebenfalls ein Überschwingen beim Anfahren der Endgeschwindigkeit zu befürchten. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird deshalb ein Nachführregler NR in Aktion gesetzt, der für den Fall, daß sein in der Eingangsgröße des Begrenzungsgliedes 4 bestehender Istwert 30 größer ist als sein in der Ausgangsgröße des Begrenzungsgliedes 4 bestehender Sollwert. die Ausgangsgröße v^* des Hochlaufgebers solange reduziert, bis die Eingangsgröße des Begrenzungsgliedes 4 in Übereinstimmung 35 mit seiner Ausgangsgröße i^* gebracht worden ist. Der Nachführregler sollte zweckmäßigerweise ein integrales Verhalten aufweisen, falls der Nachführregelkreis

keine Glieder mit derartigem Verhalten aufweist.

Um den Stillstand beim Schweben des Fahrzeugs trotz fehlender Reibung zu sichern, wird bei kleinen Geschwindigkeiten, etwa bei 1 - 4 % der Nenngeschwindigkeit, eine hochgenaue digitale Wegregelung überlagert und dann als Stillstandsbremse benutzt. Dieser digitale Wegregelkreis besteht aus einem Spannungs-Frequenz-Umsetzer 6, welcher über ein Glättungsglied mit der Zeitkonstanten T_1 beaufschlagt wird und ein der Größe v^* frequenzproportionales Impulssignal an einen Differenzzähler 7 gibt. Dem anderen Eingang des Differenzzählers 7 ist der Geschwindigkeitswert v^* , digitalisiert als entsprechend frequenzproportionale Impulsreihe V_{dig} zugeführt. Der Differenzzähler 7 zählt die Differenz seiner Eingangsimpulse, sein Zählerstand wird damit proportional einer Wegabweichung. In einem Digital/Analog-Wandler 8 wird ein dem Stand des Differenzzählers 7 proportionales Analogsignal gebildet und über den Wegregler 5 dem Eingang des Geschwindigkeitsreglers 2 im positiven Sinne aufgeschaltet. Freigegeben wird dieser Wegregelkreis zweckmäßigerweise schon bei kleinen Geschwindigkeiten, beispielsweise zwischen 1 - 4 % der Nenngeschwindigkeit, mit einem entsprechend auf den Differenzzähler wirkenden L-Signal am Ausgang eines UND-Gatters 15. Hierzu wird das UND-Gatter 15 eingangsseitig über einen Betragsbildner 16 und ein Schwellwertglied 17 mit der Ansprechschwelle S_1 vom Geschwindigkeitswert v beaufschlagt sowie von einem an der Klemme 14 anliegenden Signal, welches ein L-Signal aufweist, wenn als Geschwindigkeitssollwert vw^* der Wert Null vorgegeben wird.

Die Stillstandsbremse tritt in Aktion, d.h. der Wegregler 5 wirkt nun allein auf den Sollwerteingang des Geschwindigkeitsreglers, wenn die Ausgangsgröße v^* , das ihrer zeitlichen Ableitung entsprechende Signal b^* des Hochlaufgebers 1 und

- der vorgegebene Sollwert v_w^* gleichzeitig den Wert Null aufweisen, was von einem UND-Gatter 9 ausgewertet wird, welches eingangsseitig von den genannten Führungsgrößen des Hochlaufgebers 1 jeweils über Betragsbildner 10 bzw. 11 und nachgeschaltete Schwellwertglieder mit der Ansprechschwelle Null beaufschlagt ist und dem weiterhin das Signal der Klemme 14 zugeführt ist. Mit dem L-Signal des UND-Gatters 9 wird der Spannungs-Frequenz-Umsetzer 6 gesperrt, so daß an dem mit + bezeichneten Eingang des Differenzzählers 7 als Frequenz-Sollwert nunmehr exakt der Wert Null erscheint. Damit ist der Wegregelkreis aktiviert und hält die Lage des Fahrzeugs fest.
- 15 Der Störgrößenbeobachter 3 zur modellmäßigen Ermittlung der Lastkraft F_L enthält in an sich bekannter Weise einen den Antrieb A modellmäßig nachbildenden Integrator mit der Zeitkonstanten T_3 , welche der Zeitkonstanten T_A entspricht. Er wird von derselben Eingangsgröße beaufschlagt wie der Antrieb A und seine Ausgangsgröße \dot{v}
- die nachgebildete Geschwindigkeit v - wird mit der tatsächlichen Geschwindigkeit v in einem Mischglied 18 verglichen. Die Differenz- bzw. Fehlergröße e zwischen tatsächlicher und nachgebildeter Istgeschwindigkeit wird
- 20 proportional über ein Proportionalglied 19 und integral über einen Integrator 21 mit der Zeitkonstanten T_6 rückgekoppelt, dem noch ein Proportionalglied 20 vor-geordnet sein kann. Es entsteht am Ausgang des Integrators 21 eine Größe $-F_L$, welche über eine Umkehrstufe 22 dem Ausgang des Geschwindigkeitsreglers 2 zur Lastkompensation aufgeschaltet ist und im Hochlaufgeber 1 zur Bildung der maximal zu realisierenden Beschleunigungswerte verwendet wird.
- 25 Im Bereich kleiner Geschwindigkeiten und vor allem bei einem Halt, welcher bei einem magnetisch abgestützten Fahrzeug einer Magnetschwebebahn im Bahnhofsreich mit

- 5 - VPA 81 P 3116 DE 01

einem Absenken verbunden ist, kann ein ordnungsgemäßes Arbeiten des Störgrößenbeobachters 3 nicht sichergestellt werden, wenn seine Integralglieder in analoger Technik ausgeführt sind. Besonders für die Ausgangsgröße des Integrators 21, welcher ja die Lastkraft F_L nachzubilden hat, wäre es wichtig, bei einem Neustart exakt denselben Wert auszugeben, welcher vor dem Halt ermittelt wurde. Daher wird laufend die Ausgangsgröße $-F_L$ des Integrators 21 mittels eines Analog/Digital-Wandlers erfaßt und digital abgespeichert. Die Ausgangsgröße des Analog/Digital-Wandlers 23 wird einem Mischglied 24 über einen Digital/Analog-Wandler 25 zugeführt. Den anderen Eingang des Mischgliedes 24 beaufschlagt subtraktiv die Ausgangsgröße $-F_L$ des Störgrößenbeobachters 3 direkt. Es ist weiterhin ein Schaltglied 26 vorgesehen, über welches der Ausgang des Mischgliedes über ein Zeitkonstantenglied 27 mit der Zeitkonstanten T_7 dem Eingang des die Lastkraft $-F_L$ nachbildenden Integrators 21 zuführbar ist. Der eine Eingang eines UND-Gatters 30 wird über einen Betragsbildner 28 und ein Schwellwertglied 29 mit der Ansprechschwelle S_2 vom Geschwindigkeitswert v beaufschlagt. Wenn zu einem Zeitpunkt im unteren Geschwindigkeitsbereich der Betrag der Geschwindigkeit eine bestimmte Schwelle S_1 , welche beispielsweise auch etwa zwischen 1 und 4 % der Nenngeschwindigkeit gewählt werden kann, unterschreitet und gleichzeitig der gewünschte Sollwert v_{w*} Null ist, d.h. das Signal an der Klemme 14 ein L-Signal wird, dann erscheint am Ausgang eines UND-Gatters 30 ebenfalls ein L-Signal, welches den Analog/Digital-Wandler 23 sperrt, d.h. seinen bis dahin erreichten Zustand gewissermaßen "einfriert" und die Umschaltvorrichtung 26 in diejenige Stellung bringt, in dem der Ausgang des Mischgliedes 24 mit dem Eingang des Zeitkonstantengliedes 27 verbunden ist. Wie aus der Figur 1 ersichtlich, wird damit ein Nachführregelkreis geschlossen, welcher den Ausgang

des Integrators 21 stets demjenigen Wert nachführt, den er zum Zeitpunkt des Auftretens eines L-Signals am Ausgang des UND-Gatters 28 hatte. Damit wird sichergestellt, daß nach einem erneuten Start bzw. nach Absenken des

5 Fahrzeugs mit genau derselben Lastkraftgröße F_L weitergearbeitet wird, welche zuvor vom Störgrößenbeobachter 3 ermittelt worden ist.

Figur 2 zeigt Details zum inneren Aufbau des Hochlaufgebers 1. Die als Sollwert für den Geschwindigkeitsregler 2 bestimmte Ausgangsgröße v^* wird am Ausgang eines Integrators 31 abgenommen. Der Eingang des Integrators 31 stellt das zeitliche Integral des Geschwindigkeitssollwertes v^* dar und kann als Beschleunigungssollwert b^* betrachtet werden. Er wird einerseits dem Betragsbildner 10 zur Sperrung des Spannungs-Frequenz-Umsetzers 6 zugeführt und andererseits über ein elektronisches Zweipunktschaltglied 32 auf den Eingang eines zweiten Integrators 33 gegengekoppelt, welcher dem

10 Integrator 31 vorgeordnet ist. Am Eingang des Integrators 33 entsteht somit die zeitliche Ableitung des Beschleunigungssollwertes b^* , d.h. also der dem Antrieb vorgeschriebene Ruck-Sollwert. Auf den Eingang des Integrators 33 wirkt zusätzlich die Ausgangsgröße NF des

15 Nachführreglers NR, welche jedoch nur dann ein von Null verschiedenes Signal aufweist, wenn der Antrieb infolge extremer Belastung an seine vorgebbaren Grenzen stößt. Sonst wird der Eingang des Integrators 33 je nach Vorzeichen der Eingangsgröße des Zweipunktschaltgliedes 32

20 mit der Größe $R+$ bzw. $R-$ beaufschlagt und damit die maximalen Werte des Ruck-Sollwerts R^* vorgegeben, mit denen dann letztlich die Sollwerte für die Beschleunigung b^* und für die Geschwindigkeit v^* des Antriebs realisiert werden. Das Zweipunktschaltglied 32 wird weiterhin über

25 ein Mischglied 34 vom Ausgangssignal eines Begrenzungsgliedes 35 beaufschlagt, dessen obere Grenze durch die

30

35

10

- 3 - VPA 81 P 3116 DE 01

- Differenz einer konstant vorgebbaren Größe B_+ und der vom Störgrößenbeobachter 3 ermittelten Lastkraft \hat{F}_L bestimmt ist und dessen untere Grenze durch die Differenz zwischen einer ebenfalls konstant vorgebbaren
- 5 Größe B_- und diesem Wert \hat{F}_L bestimmt ist. Dem Begrenzungsglied 34 ist ein Funktionsgenerator 36 mit der in seinem Blockschaltbild angegebenen invers parabelförmigen Kennlinie vorgeordnet, welcher eingangsseitig von der in einem Proportionalglied 37 verstärkten Differenz
- 10 zwischen dem gewünschten Sollwert vw^* und der Ausgangsgröße v^* des Integrators 30 beaufschlagt ist.

2 Figuren

5 Patentansprüche

-11-

Leerseite

Nummer: 3228772
 Int. Cl. 3: B60L 15/00
 Anmeldetag: 2. August 1982
 Offenlegungstag: 17. Februar 1983

- 13 -

1/2

81 P 3116 01

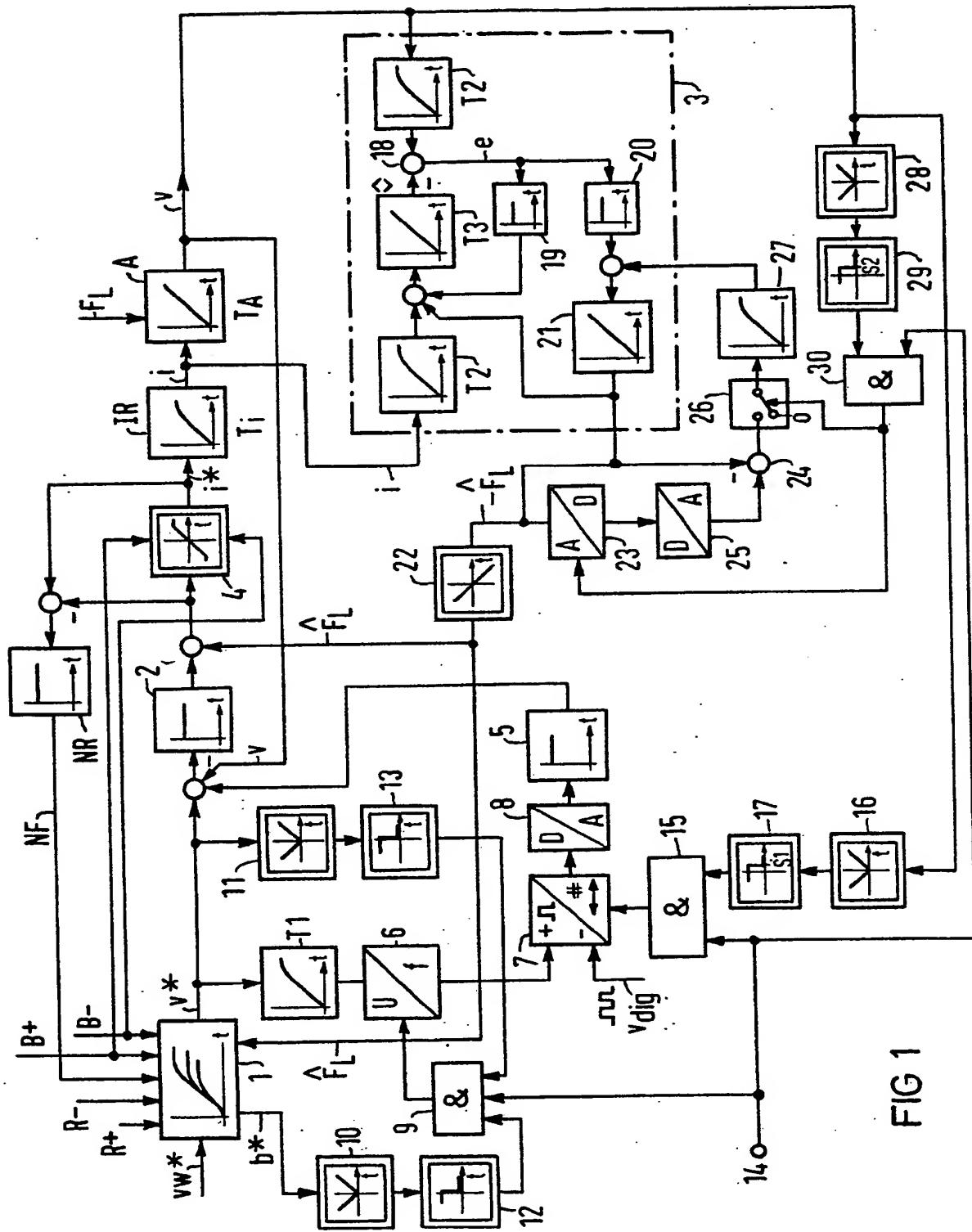


FIG 1

-12-

2/2

81 P 3116 01

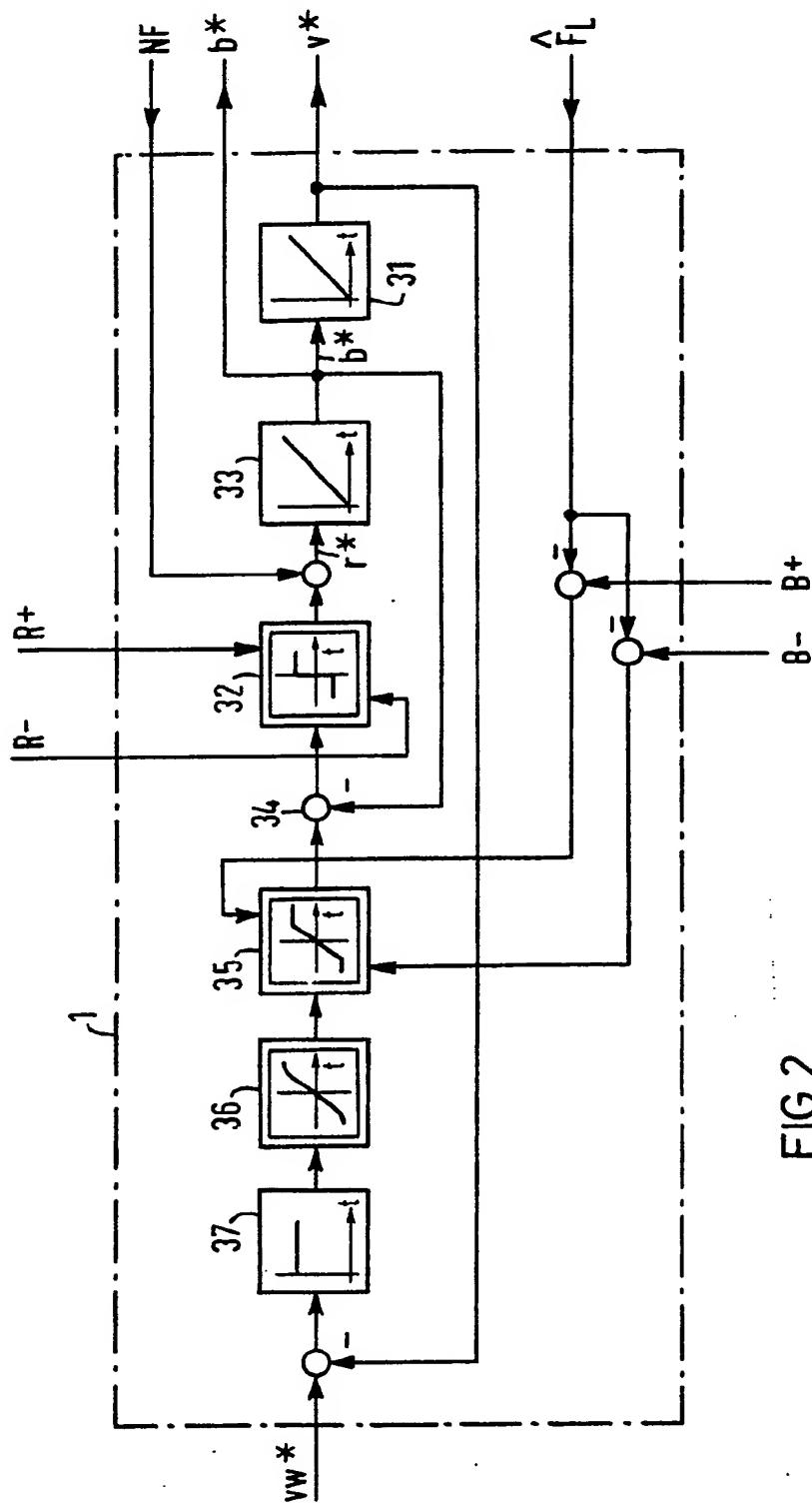


FIG 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)